Vol.11, No.3, Fall 2022, pp.269-283 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2022.76794.1231 Open access

The Analysis of Urban Development and Growth Pattern and Distribution using Satellite Images (Study Area: Kashmar City)

Ali Hajizadeh Sheikhanlu[a*], Habib Khavari[b], Mahnaz Ramezani[c]

[a] *MSc in Remote Sensing and GIS, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran*
[b] *MSc Student in Remote Sensing, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran*
[c] *MSc in Urban Planning , Payam-e Noor University (PNU), Sari, Iran*

Received: 10 May 2022 ***Revised: 20 June 2022*** ***Accepted: 26 June 2022***

Abstract

Rapid growth of urbanization is a big challenge for planners. In Iran, the high growth of urbanization due to the influx of immigrants to cities and the lack of proper and efficient planning for the settlement of immigrants have led to the emergence of suburban areas around cities, urban sprawl, and the destruction of high quality lands and gardens. The purpose of this study was to analyze the pattern of urban development and expansion of Kashmar between 2000-2020 and to predict land use changes up to the horizons ahead. The results showed that according to Markov model, from 2000 to 2010 and 2020, agriculture land and gardens have grown and barren lands and pastures have decreased. Moreover, the changes in land use for the horizon of 2041 compared to the present is the same. Most of the changes belong to the use of the built-in area. Moreover, in horizon 2041 the growth of Kashmar will be 7.12% expansion towards the outskirts of the city (infilling), about 91.59% development from the edge of the city (edge-expansion) and about 1.28% outward development (Outlaying).

Keywords: Markov Chain, Growth Typology, Landsat, LEI, Kashmar

*. Corresponding author: Ali Hajizadeh Sheikhanlu E-mail: Alihajizadeh3773@gmail.com Tel: +989100527596

How to cite this Article: Hajizadeh Sheikhanlu, A., khavari, H., Ramezani, M. (2022). The analysis of urban development and growth pattern and distribution using satellite images (Study area: Kashmar city). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(3), 269-283.
DOI: 10.22067/geoeh.2022.76794.1231

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 3 - Number 43, Fall 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.76794.1231

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و سوم، پاییز ۱٤۰۱، صص ۲۸۳-۲٦۹

مقاله پژوهشی

تحلیل الگوی توسعه و رشد و پراکندگی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (محدوده موردبررسی: شهر کاشمر)

علی حاجی‌زاده شیخوانلو[۱] - کارشناس ارشد سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران.
حبیب خاوری - کارشناس ارشد سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران.
مهناز رمضانی - کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور واحد ساری، ایران.

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۲/۲۰ تاریخ بازنگری: ۱٤۰۱/۳/۳۰ تاریخ تصویب: ۱٤۰۱/٤/۱۵

چکیده

یکی از چالش‌های برنامه ریزان در قرن حاضر، رشد سریع شهرنشینی است. در ایران رشد زیاد شهرنشینی دلیل هجوم مهاجران به شهرها و نبود برنامه‌ریزی مناسب و کارآمد برای اسکان مهاجران سبب بروز مناطق حاشیه‌ای پیرامون شهرها، گسترش شهر به اطراف و تخریب اراضی مرغوب و باغ‌ها شده است. هدف این پژوهش تحلیل الگوی توسعه و گسترش شهری کاشمر بین سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۹ و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی تا افق‌های پیش رو است. در این پژوهش با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال در نرم‌افزار ENVI نقشه کاربری اراضی طبقه‌بندی شده و با استفاده از الگوریتم LEI در نرم‌افزار GIS گونهٔ رشد شهری به دست آمد. نتایج نشان داد که بر اساس مدل مارکوف طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ درصد محدوده ساخته شده، کشاورزی و باغات رشد یافته است و از میزان اراضی بایر و مراتع کاسته شده همچنین تغییرات مساحت کاربری‌ها برای افق ۱٤۲۰ نسبت به حال حاضر نیز به همین صورت است. بیشترین تغییرات اختصاص به کاربری محدوده ساخته شده دارد. همچنین برای پیش‌بینی سال هزار و

---

[۱] نویسنده مسئول ۰۹۱۰۰۵۲۷۵۹٦ Email: Alihajizadeh3773@gmail.com

نحوه ارجاع به این مقاله:

حاجی زاده شیخوانلو، علی؛ خاوری، حبیب؛ رمضانی، مهناز. (۱٤۰۱). تحلیل الگوی توسعه و رشد و پراکندگی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (محدوده مورد بررسی: شهر کاشمر). جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۱(۳). صص۲۸۳-۲٦۹
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.76794.1231

چهارصد و بیست رشد شهر کاشمر ۷٫۱۲ درصد از نوع گسترش به سمت حاشیه شهر (infilling) و حدود ۹۱٫۵۹ درصد از نوع توسعه از لبه شهر (edge-expansion) خواهد بود و حدود ۱٫۲۸ درصد توسعه بیرونی (Outlaying) خواهد داشت؛ لذا مدیران و برنامه ریزان شهری با تأکید بر نتایج این تحقیق می‌توانند از رشد افقی و افسارگسیختهٔ شهر در دوره‌های آینده جلوگیری نمایند.

کلیدواژه‌ها: زنجیره مارکوف، گونه شناسی رشد، لندست، LEI، کاشمر.

۱- مقدمه

تحلیل الگوی توسعه و گسترش شهری یکی از مباحث اساسی است که امروزه در دنیا مطرح می‌گردد که همگام با رشد لجام‌گسیخته شهرها به سوی نواحی پیرامونی شکل گرفته است و موجب از بین رفتن عرصه‌های کشاورزی و ناپایدار شدن اقتصادی شده است و در کنار خود مشکلات عدیده‌ای را به وجود آورده است. عواملی مانند محدودیت اراضی در محدوده شهرها ازیک‌طرف و تقاضای روزافزون برای زمین و مسکن از طرف دیگر، شهرنشینان را برای یافتن محل جایگزین اسکان به مناطق حاشیه‌ای تحت‌فشار قرار می‌دهد. این تغییر با فرآیند تبدیل زمین از فضای بکر و سبز به منطقه ساخته شده همراه است و لذا تبدیل و تغییر کاربری زمین در محدوده‌های پیرامونی شهرها به‌طور چشمگیری گسترش می‌یابد (کاهیا و همکاران[1]، ۲۰۱۸). بحث گونه‌های رشد شهری یکی از موضوعات مهم در ارتباط با ارزیابی و سنجش برنامه‌های توسعه شهری و چگونگی حرکت به سوی توسعه پایدار تبدیل گشته و به همین دلیل، شکل‌گیری فضایی و فعل‌وانفعالات رشد شهر همواره و به‌ویژه در سال‌های اخیر، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مطالعات شهری و منطقه است. گسترش جهانی شهرنشینی باعث ایجاد رغبت برای تبدیل فضاهای بکر و سبز طبیعی به مناطق مسکونی انسان‌ساخت می‌شود(باگنان و یاماگاتا[2]،۲۰۱٤). داده‌های سنجش‌ازدور یکی از منابع اطلاعات غنی، مفید و قابل کاربرد در شناسایی پدیده‌های روی زمین و تغییرات محیط است (ضیائیان و همکاران، ۱۳۸۷، نیازی و همکاران، ۱۳۸۸). تاکنون مطالعات خاصی برای بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه موردمطالعه صورت نگرفته است. داده‌های سنجش‌ازدور در راستای افزایش کارایی مدیریت با دارا بودن قابلیت‌هایی مثل ارائه اطلاعات به جامع و دقیق از کمیت و کیفیت محل‌های طبیعی و شهری، پردازش رقومی تصاویر، فراهم نمودن امکانات مقایسه زمانی و مکانی پدیده‌ها، عوارض و تنوع محصولات و همچنین به‌عنوان ابزاری قدرتمند محسوب می‌شود. پایه و اساس درک بالاتر از روابط و برخوردهای بین انسان و پدیده های طبیعی را در جهت تشخیص به‌موقع و دقیق تغییرها و ویژگی‌های محیط فراهم می‌کند و باعث مدیریت کارآمدتر و استفاده بهینه از زمان و مکان می‌شود. درنتیجه هدف تحقیق حاضر تحلیل الگوی توسعه و گسترش شهری شهر کاشمر با استفاده از

1 Cahya et al
2 Bagnan and Yamagata

تصـاویر ماهوارهای چند زمانه و مدل زنجیره مارکوف اسـت. وجه تمایز تحقیق حاضـر با سایر پژوهش‌ها در بخش اصـلی استخراج الگوهای توسعهٔ شهری محدوده موردمطالعه است که با شاخص و الگوریتم LEI انجام شده است و نتایج آن کمک قابل‌توجهی به برنامه ریزان در راسـتای مدیریت رشـد و گسـترش شـهری می‌نماید. در این پژوهش هدف اصـلی تحلیل الگوی توسـعه و رشـد شـهری با اسـتفاده از تصاویر ماهوارهای در شهر کاشمر است. همچنین تغییرات کاربری‌ها در بازه زمانی چندین سـاله و آیندهنگری برای افقهای آینده در این پژوهش بررسـی و انجام شده اسـت. در این راسـتا برخی تحقیقهایی صـورت گرفته که برخی ساختارهای آنها مشابه تحقیق حاضر می‌باشد در ادامه ارائه شـده است. عزیزی قلاتی و همکاران (۱۳۹۵)، بازبینی مدلسازی و آیندهنگری تغییر کاربری اراضی در بازه ۲۵ ساله ۱۳۹۱_۱۳٦٦ با مدل سنجش‌ازدور مارکوف در محدوده کوهمره سرخی استان فارس نتایج نهایی نشان از آن دارد که بیشـترین تغییر کاربری نسـبت به افق ۱۳۹۱ در ناحیه جنگلی بوده و به کاربری‌های کشاورزی باغات آبی و مرتع تبدیل می‌شـود که باید در برنامه‌ریزی آینده توسـط مسـئولان موردتوجه و اسـتفاده گردد. اسـدی و همکاران (۱۳۹۸) پیش‌بینی رشد و توسعه فیزیکی شهر قائن که نشان داد طی سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹٦ مساحت کاربری اراضـی سـاخته شـده در شـهر قائن افزایش داشـته و این افزایش سـبب نزدیکی به حریم سازندهای رسی، گسل و رودخانه اصـلی شـده اسـت. میراندا[1] و همکاران (۲۰۱۲) مدل‌سازی مناطق مستعد تغییر پوشش جنگلی با استفاده از رگرسـیون لجسـتیک در جنگل‌های بارانی شـمال مکزیک نتایجشان نشان داد که منطقه به‌شدت مستعد تغییر پوشش جنگلی و کاربری زمین می‌باشـد و افزایش روزافزون جمعیت را عامل اصـلی تغییر پوشـش جنگلی برآورد کردند. الشریف و همکاران (۲۰۱۳)از مدل زنجیره مارکوف_ CA برای پیش‌بینی جابجایی کاربری اراضی برای شهر طرابلس لیبی نتایج حاصـله نشـان داد منطقه موردمطالعه به‌خصـوص در دهههای اخیر به‌سرعت در حال رشد می‌باشد و این گسترش سریع شهر منجر به کاهش مداوم و قابل‌توجه اراضی کشاورزی شده است.

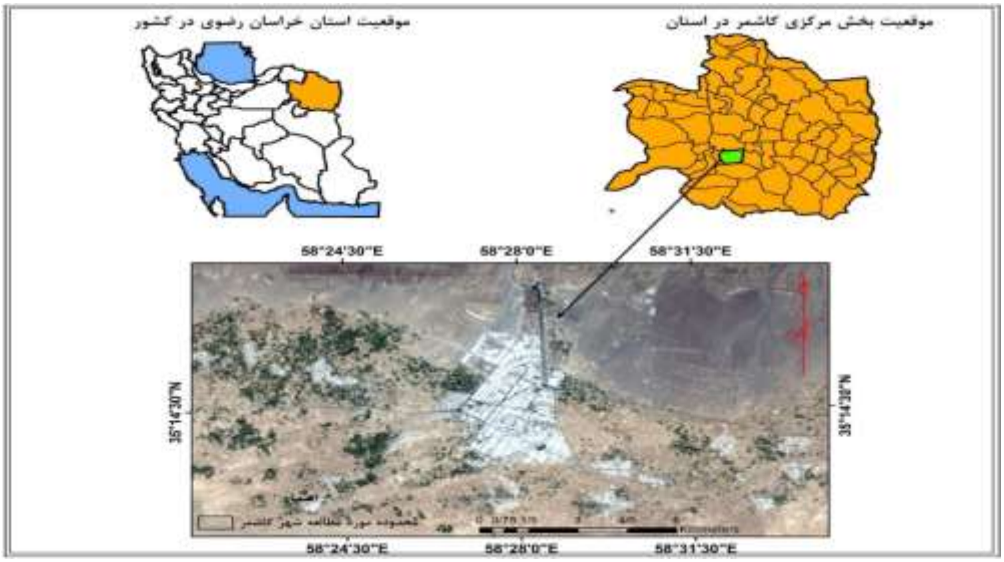
۲- مواد و روش

۲-۱- موقعیت منطقه موردمطالعه

کاشْـمَر با نام تاریخی کِشـمَر مرکز شـهرسـتان کاشمر، در شرق ایران و جنوب غربی استان خراسان رضوی، در حدود ۲٤۰ کیلومتری شـهر مشـهد قرار دارد. بر پایه سـرشـماری مرکز آمار ایران سـال ۱۳۹۵ جمعیت این شـهر ۱۰۲,۲۸۲(در ۳۱,۷۷۵ خانوار) بوده اسـت. شـهرسـتان کاشـمر با دو بخش مرکزی و فرح دشـت و به مرکزیت شهر کاشمر مساحتی در حدود ۱۱۵۲ کیلومترمربع از استان خراسان رضوی را اشغال نموده است. این شهرستان از غرب با خلیل‌آباد و بردسـکن، از شمال و شمال غربی با نیشابور، سبزوار، از شرق و شمال شرقی با تربت‌حیدریه و از جنوب

1 Miranda

و جنوب غربی با شهرستان مه‌ولات هم‌جوار است. شهرستان کاشمر دارای دو منطقه کوهستانی کوهسرخ در شمال و ارتفاعات فغان بجســتان در جنوب و منطقه‌ای کویری و خشک در غرب و جنوب و جلگه‌ای حاصلخیز در محدوده حومه شهر و قصبات آن می‌باشد.



شکل ۱- نقشه منطقه موردمطالعه

۲-۲- روش انجام پژوهش

۲-۲-۱- داده های مورد استفاده

در این تحقیق از تصاویر سنجنده لندست، استفاده شده که در ادامه اطلاعات آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای اخذشده

ماهواره	سنجنده	گذر	ردیف	تاریخ	تفکیک مکانی (متر)
لندست ۵	TM	۱٦۷	۳۷	۲۰۰۰,۰۵,۳۱	۳۰
لندست ۷	ETM+	۱٦۷	۳۷	۲۰۱۰,۰٤,۳۰	۳۰
لندست ۸	OLI	۱٦۷	۳۷	۲۰۲۰,۰۵,۰۱	۳۰

۲-۲-۲- طبقه‌بندی شیءگرا

ابتدا تصــاویر پیش‌پردازش و خطاهای آن‌ها رفع گردید سپس با استفاده از روشنی گرا طبقه‌بندی شده است. در این فرآیند، هر یک از شیءهای تصویری به یکی (یا هیچ‌کدام) از طبقات اراضی اختصاص داده می‌شوند؛ به‌طوری‌که درجات عضــویت هر شــیء بر اســاس شرایط تعریف شده به‌وسیله مفسر برای طبقات می‌شود و بر اساس بیشترین درجه عضــویت در یک طبقه مشــخص ادغام می‌شــود. پایهٔ تجزیه‌وتحلیل در این الگوریتم به جای یک پیکســل، مجموعه‌ای از چندین پیکســل با عنوان پدیده‌های تصــویری یا کلاس می‌باشــد(رضــایی مقدم و همکاران،۱۳۸۸) که درنتیجه فرآیند قطعه‌بندی به دســت خواهد آمد(رفیعیان و همکاران،۱۳۹۰). در این تحقیق برای بررسی میزان صحت و دقت نمونه‌های تعیین شــده انتخاب و با تصــویر طبقه‌بندی و کلاس‌بندی شــده ســنجش شــد که نتیجه حاصــل از ارزیابی خطای طبقه‌بندی در جدول ۲ ارائه شــده اســت. دقت ارزیابی‌ها نشان‌دهنده طبقه‌بندی با دقت بالا است. دلیل این دقت بالا اســتفاده از شــاخص‌هایی مثل شــکل، بافت، رنگ، بافت و الگوی عارضــه‌ها می‌باشــد که ابهام در مورد ماهیت پدیده‌ها و عوارض را به‌صورت چشم‌گیری کاهش می‌دهد.

جدول ۲- خطای کلی و کاپا کلاس‌بندی

تصویر	۱۳۷۹	۱۳۸۹	۱۳۹۹
دقت کلی	۸٤,۰	۹۱,۰	۹۲,٤
کاپا	۰,۸۲	۰,۸۸	۰,۹

۲-۲-۳- مدل زنجیره ی مارکوف و CA مارکوف

مدل مارکوف به‌صــورت یک الگوریتم و فرایند تصــادفی عمل می‌کند که در آن چگونگی وضــعیت آینده یک پیکسل تنها به وضعیت گذشته و قبلی آن بستگی دارد و بر اساس آن آینده‌نگری می‌شود. نتیجه نخایی حاصل از این مدل، ماتریس احتمال انتقال است. پیش‌بینی این مـدل بـا اسـتفاده از رابطهٔ ۱ صورت می‌پذیرد.

رابطه (۱)
$$S(t+1)=Pij*s(t)$$

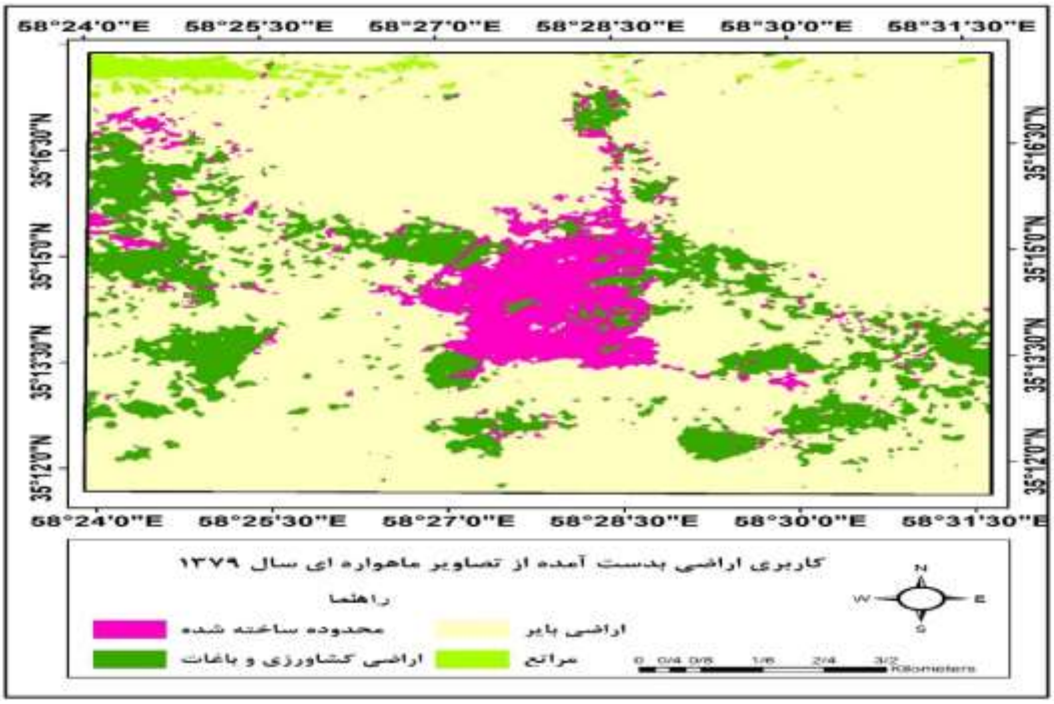
در این فرمول؛ S(t+1), s(t) شیوه‌ها و حالت‌های سیستم در زمان t و t+1 می‌باشند و pij همان ماتریس احتمال انتقال در یک حالت می‌باشد که از روش رابطهٔ ۲ به دست می‌آید:

رابطه (۲)
$$p_{ij}=\begin{matrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & p_{nn} \end{matrix}$$

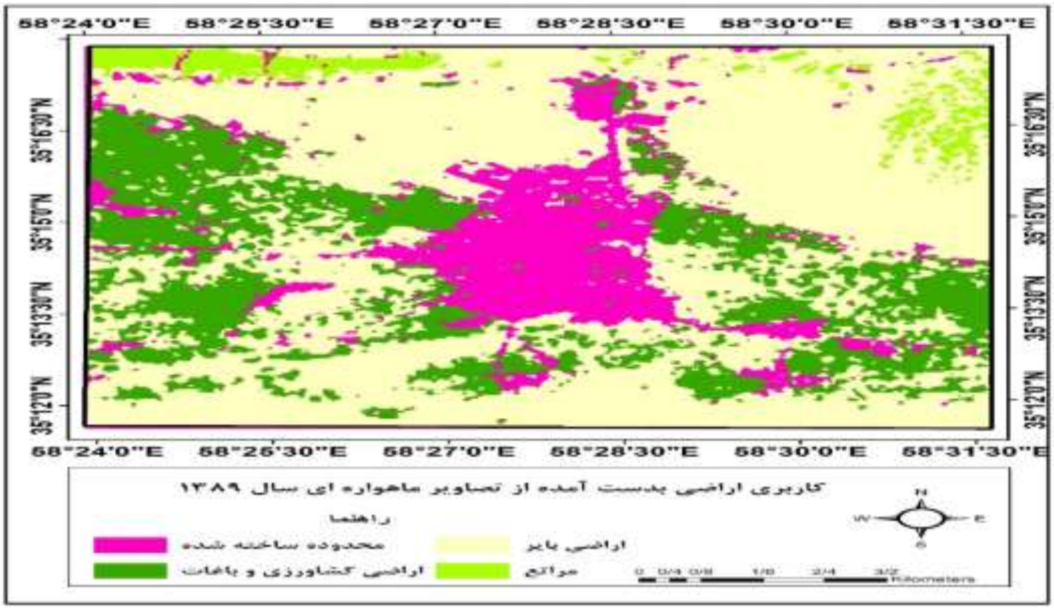
۳- نتایج تحقیق

۳-۱-تغییرات کاربری اراضی محدوده موردبررسی در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹

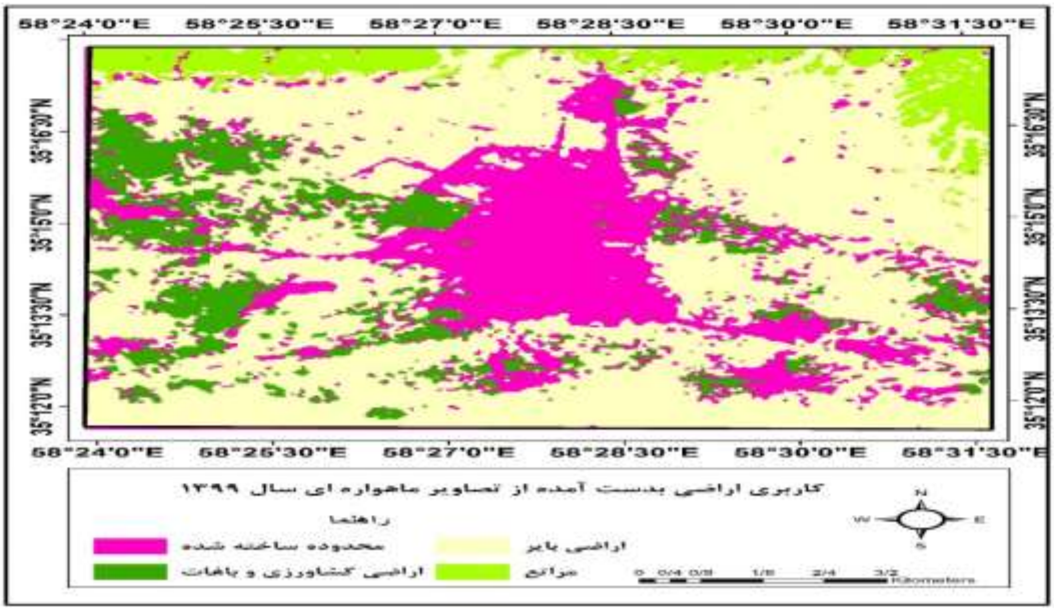
بررسـی توسـعه شـهر در سـال‌های مختلف ناشـی از عوامل مختلفی می‌باشـد که مهم‌ترین آن افزایش جمعیت می‌باشـد. از طرفی دیگر این رشـد باید از مخاطرات ژئومورفولوژی و به‌طورکلی مخاطرات انسـانی و طبیعی به دور باشـد؛ اما اکثر برنامه‌ریزی‌ها و راهبردها برای توسعه اصولی و منطقی نبوده و همین برنامه اشتباه، خطر بروز حوادث ناگوار پیش‌بینی‌ناپذیر را افزایش داده اسـت نقشـه های ۲، ۳ و ٤ به نمایش چگونگی تغییرات کاربری حریم شـهر کاشمر در بازه‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ در چهار کلاس و طبقه (محدوده ساخته شده، باغ‌ها و حریم‌های کشاورزی، اراضی بایر و بیابانی و مراتع) است.



شکل ۲- پوشش زمین شهر کاشمر در سال ۱۳۷۹



شکل ۳- پوشش زمین شهر کاشمر در سال ۱۳۸۹



شکل ٤- پوشش زمین شهر کاشمر در سال ۱۳۹۹

با بررسی نشان داده شد که بیشترین تغییرات و جابجایی‌ها به محدوده‌های ساخته شده (مسکونی)اختصاص دارد. لذا با تأکید بر نتایج به دست آمده در ارتباط با تغییرات شهر در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ بیشترین رشد و انتقال شهر در سمت شمال و به میزان کمتری در سمت جنوب شرق روی داده است.

۳-۲- ماتریس تبدیل وضعیت

از نقشــه‌های پوشش سال ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹، ماتریس تبدیل وضعیت ابتدا را نمایش می‌دهد و نقشه‌های سطح زمین سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹، این ماتریس‌ها حاوی مقادیر و خروجی‌های اطلاعات تبدیل هر کلاس به دیگر کلاس‌ها می‌باشد و در پایان مساحت کاربری‌ها در افق زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ در شهر کاشمر مشخص گردیده است. ماتریس مساحت انتقال گویای میزان مساحتی که از هر کلاس به کلاس مجاور تغییر هویت داده است می‌باشد.

جدول ۳- مساحت انتقال وضعیت در بازه سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ (مترمربع)

ردیف	ساخته شده	باغات و کشاورزی	بایر	مرتع
ساخته شده	۱۰۴۵۶	۱۶۹۲	۸۴۵۹	۳۹۴
باغات و کشاورزی	۵۹۱	۱۷۲۱۰	۱۶۲۶۸	۱
بایر	۹۰۵	۲۱۹۱	۸۶۳۵۹	۲۶۴
مرتع	۱۱	۰	۳۳۱۷	۱۷۷۹

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

بین سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ مقادیر انتقال وضعیت بر حسب مترمربع نشان بیان کنندۀ بیشترین تغییرات در تبدیل و تغییر اراضی بایر به باغ‌ها و کشاورزی و همچنین گویای تغییرات اراضی باغ‌ها و کشاورزی به بایر می‌باشد.

جدول ٤- احتمال انتقال وضعیت در بازه سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ (مترمربع)

ردیف	ساخته شده	باغات و کشاورزی	بایر	مرتع
ساخته شده	۰,۰۶۹۳	۰,۰۱۱۲	۰,۰۵۶	۰,۰۰۲۶
باغات و کشاورزی	۰,۰۰۳۹	۰,۱۱٤	۰,۱۰۷۸	۰
بایر	۰,۰۰٦	۰,۰۱٤٥	۰,۰٥۷۲۲	۰,۰۰۱۷
مرتع	۰,۰۷۹۳	۰,۱۳۹۸	۰,۷٥۸	۰,۰۱٦۲

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

ماتریس احتمال انتقال، میزان تغییر هر کلاس به کلاس دیگری را بیان کرده و نمایان می‌ســازد. طبق خروجی‌های جدول ٤ بیشترین احتمال انتقال کلاس‌ها و کاربری در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ گویای تبدیل اراضی بایر به باغات و مراتع اختصاص داده می‌شود.

جدول ۵- مساحت انتقال وضعیت در بازه سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ (مترمربع)

ردیف	ساخته شده	باغات و کشاورزی	بایر	مرتع
ساخته شده	۱۸۸۵۸	۶۷۰۷	۷۱۳۱	۳۵
باغات و کشاورزی	۱۸۱	۱۵۴۸۰	۱۷۱۰	۰
بایر	۱۶۱۷	۱۱۸۶۶	۷۵۳۰۰	۷۹۰
مرتع	۳۴۵	۱۷	۵۵۷۸	۴۲۸۲

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

خروجی‌های جدول ۵ نشان می‌دهد که حریم و محدوده‌های ساخته شده شهر کاشمر از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ روند افزایشی و رو به رشدی داشته و توسعه شهری آن به شکل گسترده و افقی می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که محدوده ساخته شده در بازهٔ ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ بدین‌صورت ۱۰۷,۶۶۷، ۱۹۸۱,۹۸ و ۲۹۴۵,۷۹ به واحد هکتار می‌باشد. همچنین از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ به خاطر توسعه شهر، از وسعت و مساحت اراضی باغی و کشتزار، اراضی بایر و مراتع کاسته شده است.

جدول ۶- احتمال انتقال وضعیت در بازه سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ (مترمربع)

ردیف	ساخته شده	باغات و کشاورزی	بایر	مرتع
ساخته شده	۰,۱۲۵	۰,۰۴۴۴	۰,۰۴۷۳	۰,۰۰۰۲
باغات و کشاورزی	۰,۰۰۱۲	۰,۱۰۲۶	۰,۰۱۱۳	۰
بایر	۰,۰۱۰۷	۰,۰۷۸۶	۰,۴۹۸۹	۰,۰۰۵۲
مرتع	۰,۰۰۲۳	۰,۰۰۰۱	۰,۰۳۷	۰,۰۲۸۴

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

خروجی‌های جدول ۶ نشان داد بالاترین احتمال انتقال کاربری‌های موردبررسی در این پژوهش به ترتیب در بازه زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ انتقال و اختصاص باغ‌ها و کشاورزی به اراضی بایر (و برعکس) و همچنین در اولویت بعدی تبدیل مرتع به بایر اختصاص و مربوط می‌شود. همچنین محدوده و حریم ساخته شده شهر کاشمر از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ روند رو به رشد فیزیکی و افزایشی دارد.

جدول ۷- مساحت کاربری محدوده موردبررسی سال ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ (مترمربع)

ردیف	۱۳۷۹	۱۳۸۹	۱۳۹۹
ساخته شده	۱۰۷۶۶۷۰	۱۹۸۱۹۸۰۰	۲۹۴۵۷۹۰۰
کشاورزی و باغ	۱۸۹۸۳۷۰۰	۳۰۶۶۳۰۰۰	۱۵۶۳۳۹۰۰

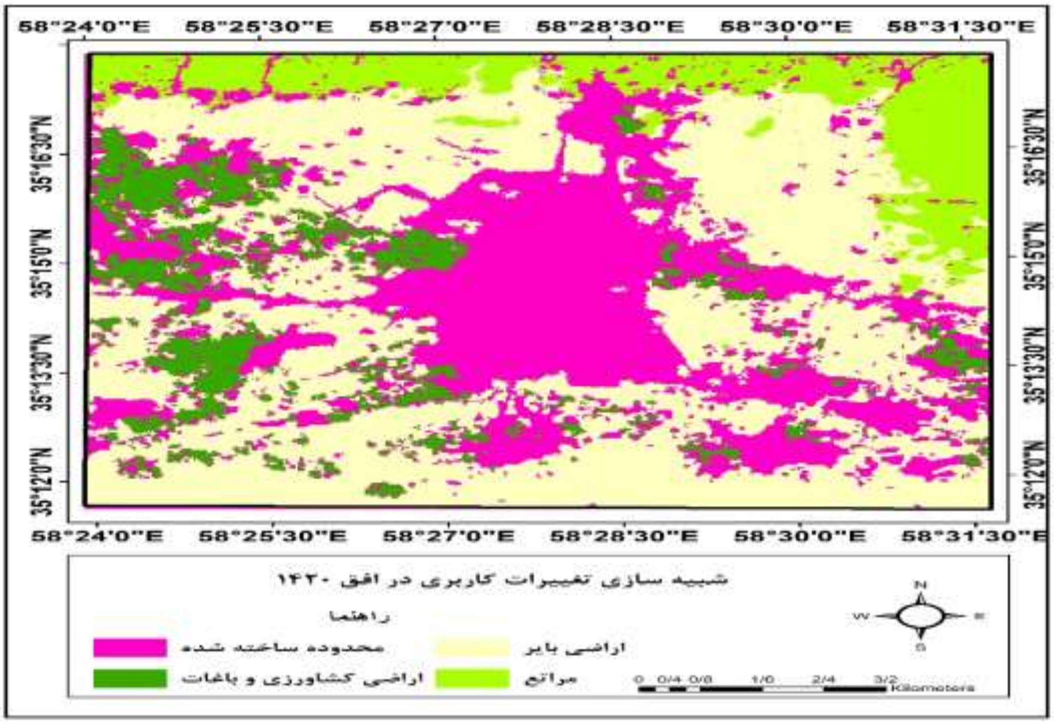
ردیف	۱۳۷۹	۱۳۸۹	۱۳۹۹
بایر	۱۰۲۹۶۲۷۰۰	۸۰۷۴۸۹۰۰	۸۰۶۱۵۷۰۰
مرتع	۲۱۹۴۲۰۰	۴۵۹۶۳۰۰	۹۱۹۹۸۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

بر اساس جدول ۷ مساحت محدوده شهری از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ افزایش پیدا کرده، کاربری باغات و کشتزار از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ رویه‌ای افزایشی ولی از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ به دلیل افزایش محدوده شهری روند کاهشی را نشان می‌دهد. اراضی بایر از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ کاهش و اراضی مرتعی روندی افزایشی را تجربه کرده است..

٤-پیش‌بینی و آینده‌نگاری کلاس‌های کاربری برای ۱٤۲۰

در زنجیره مارکوف کلاس‌های طبقه‌بندی به مثابه وضعیت‌های زنجیره به کار گرفته شده است. همچنین ماتریس مساحت انتقال نشان دهنده مقدار مساحتی از کاربری و کلاس می‌باشد که به کلاس دیگر در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ تغییر و تبدیل شده است.



شکل ٥- پوشش کاربری زمین شهر کاشمر برای آینده‌نگاری۱٤۲۰

جدول ۸- وسعت پوشش کلاس‌های زمین در افق ۱۳۹۹-۱۴۲۰ (مترمربع)

ردیف	۱۳۹۹	۱۴۲۰
ساخته شده	۲۹۴۵۷۹۰۰	۴۱۹۰۹۴۰۰
کشاورزی و باغ	۱۵۶۳۳۹۰۰	۱۲۲۳۷۳۰۰
بایر	۸۰۶۱۵۷۰۰	۶۴۵۶۶۹۰۰
مرتع	۹۱۹۹۸۰۰	۱۶۱۹۳۷۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

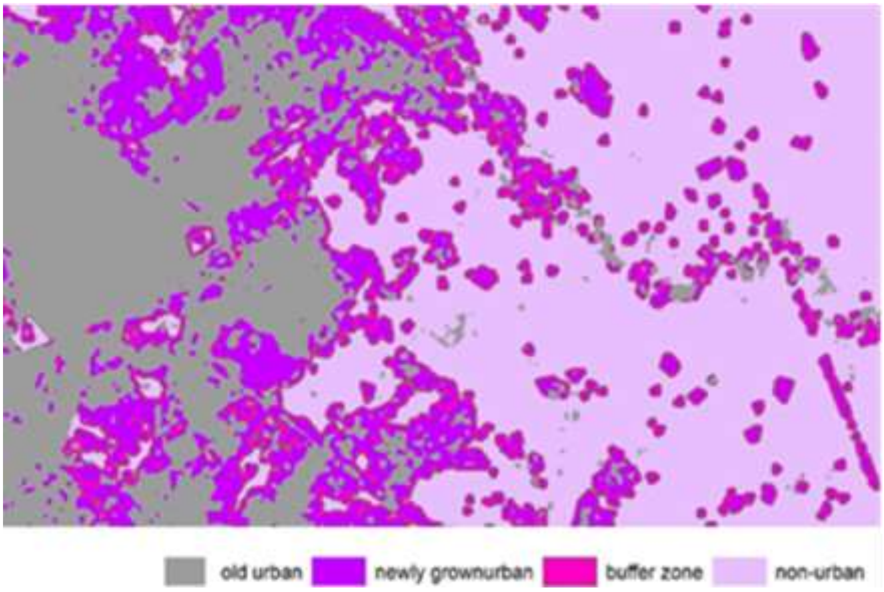
این اطلاعات و مقادیر به دست آمده وسعت کلاس‌های محدوده ساخته شده، باغات و کشتزارهای کشاورزی، اراضی بایر و مراتع را در سال ۱۴۲۰ برای محدوده شهر کاشمر مشخص می‌کند. جدول۸ میزان و مساحت کاربری‌ها را در سال ۱۳۹۹ و پیش‌بینی انتقال‌ها و تغییرات آن‌ها را در سال ۱۴۲۰ نمایان می‌سازد. بر اساس این جدول عمدهٔ تغییرات در محدوده و حریم ساخته شده و پس از آن کاربری‌های کشاورزی و باغ، و در اولویت بعدی مراتع و اراضی بایر کاهش یافته‌اند.

۵-گونه شناسی و تحلیل الگوهای رشد شهری (شاخص سیمای سرزمین *(LEI)*)

طبق شاخص‌های به دست آمده توسعه شهری وبراساس ارزش‌های عددی که بیشترین توسعه رشد شهر کاشمر حدود ۰,۰۰۰۰۰۱ درصد از نوع (infilling) به سمت حاشیه شهر خصوصاً شمال شهر و حدود ۹۹,۹۹ درصد از نوع توسعه از لبه شهر (edge-expansion) که رشد لبه‌ای نیز در شمال شهر بیشتر می‌باشد و ۰,۰۰۰۱۱ درصد توسعه بیرونی شهر (Outlaying) است. همچنین برای پیش‌بینی سال هزار و چهارصد و بیست رشد شهر کاشمر ۷,۱۲ درصد از نوع گسترش به سمت حاشیه شهر (infilling) و حدود ۹۱,۵۹ درصد از نوع توسعه از لبه شهر (edge-expansion) خواهد بود و حدود ۱,۲۸ درصد توسعه بیرونی (Outlaying) خواهد داشت.

جدول ۹- اطلاعات گونه رشد شهر کاشمر ۱۴۲۰-۱۳۷۹

۱۳۷۹-۱۳۹۹			۱۳۹۹-۱۴۲۰		
درصد	مساحت ۱۳۹۹(km)	LEI	درصد	مساحت ۱۴۲۰ (km)	LEI
۰,۰۰۰۱	۳۶,۳۷	۰	۱,۲۹	۵,۸۸	۰
۰,۰۰۰۰۰۱	۰,۳۴	>۵۰	۶,۱۱	۲۸,۰۲	۲-<
۹۹,۹۸	۳۲۱,۴۸	۵۰>,۰<	۹۲,۶۱	۴۲۴,۶۲	۰<۲>
۱۰۰	۳۲۱,۲۲	مجموع	۱۰۰	۴۵۸,۵۲	مجموع



شکل ٦- گونه رشد شهری از سال ۱۳۹۹ تا سال ۱٤۲۰

٦- جمع‌بندی

زندگی شهری به‌سرعت در سطح جهان گسترش و در حال رشد می‌باشد. این سرعت در کشورهای درحال‌توسعه بسیار سریع‌تر و عجولانه‌تر از کشورهای پیشرفته است. روند شهرنشینی در ایران خیلی سریع و شتابان می‌باشد که این مسئله باعث شکل‌گیری مشکلات و معضلات عدیده‌ای شده است. علیرغم توجه برنامه ریزان توسعه افقی شهرها موجب انهدام و تخریب اراضی اطراف و حریم شهر، شهرک‌ها و محلات می‌شود. در این پژوهش با استفاده از تکنیک‌های نرم‌افزاری و سنجش‌ازدور در دوره زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ تغییرات و جابجایی کاربری‌های باغات و زمین‌های کشتزار،محدوده ساخته شده، زمین‌های بایر و بیابانی و مراتع موردبررسی و سنجش قرار گرفته است. برای ارزیابی این موارد از روش طبقه‌بندی شیءگرا و یا به‌نوعی شئ پایه در نرم‌افزار Ecogonation و برای ارزیابی آینده‌نگاری و شبیه‌سازی از روش زنجیره مارکوف کمک گرفته شده است. با استفاده از مدل زنجیره مارکوف گونه و الگوی تغییرات کاربری اراضی برای سال ۱٤۲۰ پیش‌بینی، شبیه‌سازی و مدل‌سازی گردید. این مدل بر اساس تغییرات ایجاد شده در سال‌های قبل به محاسبه احتمال تغییرات در افق‌های آینده و تخصیص مکانی این جابجایی‌ها و تغییرات می‌پردازد و صرفاً روند کلی و اصلی تغییرات را در نظر نمی‌گیرد، بلکه روند کلاس‌ها در تمامی سال‌ها را در نظر و لحاظ می‌کند. بر اساس خروجی‌های حاصل از مدل مارکوف در بازه زمانی۱۳۷۹ تا۱۳۹۹ مساحت محدوده ساخته شده، کشاورزی و باغات روبه رشد بوده و افزایش یافته است و در مقابل از مساحت اراضی بایر و مراتع کاسته شده و روندی نزولی گرفته است. تغییرات مساحت کلاس‌ها و شئ ها در سال ۱٤۲۰ نسبت به ۱۳۹۹ نزولی و

صـورت کاهشـی بوده است. طبق شاخص‌های به دست آمده الگوهای توسعه شهری و بر اساس ارزش‌های عددی مسـتخرج از مدل‌ها بیشـترین توسـعه رشد شهر کاشمر حدود ۰,۰۰۰۰۰۱ درصد از نوع (infilling) به سمت حریم حاشـیه شـهر خصوصاً جهت شمال شهر و حدود ۹۹,۹۹ درصد از نوع گونه توسعه از لبه شهر (edge-expansion) اسـت که رشـد لبه‌ای نیز در شـمال شـهر به‌طور کامل‌تری نمود یافته اسـت و ۰,۰۰۰۱۱ درصد توسعه بیرونی شهر کاشـمر (Outlaying) می‌باشد. درمجموع این الگوی تغییر ساختارها بیانگر و نشان‌دهندهٔ افزایش دخالت‌های بشر و غلبه چشم‌اندازهای انسانی بر محیط بکر پیرامونی طبیعی (مخصوصاً مراتع) است. در این راستا کاهش اراضی مرتعی با توجه به پیامدها و عواقب مختلف زیسـت‌محیطی ناشـی تخریب و نابودی پوشـش گیاهی مثل افزایش ریزگردها، افزایش احتمال وقوع خطر سـیلاب، کاهش نفوذپذیری و ذخیره آب در سـفره‌های زیرزمینی و نیز پیامدهای و اثرات زیان‌بار اقتصادی-اجتماعی مثل آسیب به بخش‌های دامداری و کشاورزی که مهم‌ترین مسئله در هر جامعه‌ای هستند، بیکاری و مهاجرت خصوصاً در بین قشر جوان و جویای کار را به همراه خواهد داشت؛ از اهمیت زیاد و قابل‌توجهی برخوردار است. نتایج مقاله حاضر می‌تواند به‌عنوان هشداری بسیار جدی و مهم برای برنامه ریزان و مدیران و فعالان اقتصادی جامعهٔ موردمطالعه باشد تا با برنامه‌ریزی مناسب و در اولویت قرار دادن سیاست‌های درست و کارآمد مانند عمودی سازی و توجه به رشد درونزا و توسعهٔ میان افزا، به‌عبارت‌دیگر گسترش در ارتفاع و نه در سطح، از گسترش بی‌رویهٔ افقی و پراکنده رویی بدون برنامه‌ریزی قبلی جلوگیری و ممانعت نمایند.

کتابنامه

ابراهیمی، حمید؛ رسـولی، علی‌اکبر؛ احمدپور، احمد. ۱۳۹۶. مدلسـازی تغییرات دینامیک کاربری اراضـی با استفاده از پردازش شـیءگرا تصـاویر مـاهواره‌ای و مـدل CA_ Markov(مطالعه موردی:شـهر شـیراز). فصـلنامه علمی_پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۷،شماره۱۰۸، زمستان ۱۳۹۷.
https://www.sepehr.org/article_34625.html

اسـدی، احمد؛ اکبری، ابراهیم؛ شـفیعی، نجمه. ۱۳۹۸. پیش‌بینی توسـعه فیزیکی شـهر قائن با اسـتفاده از تصـاویر ماهواره‌ای. فصلنامه علمی-پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا). سال دهم، شماره یکم، (پیاپی ۳٦)، بهار۱۳۹۹.
https://doi.org/10.22108/sppl.2019.114824.1336

اسـدی، احمد؛ محمدپورسـنگانی، زینت؛ حاجی‌زاده شـیخوانلو، علی. ۱٤۰۰. شـبیه‌سازی و پیش‌بینی رشد و گسترش شهری با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور (نمونه موردی: تربت‌جام سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹). جغرافیا و مخاطرات محیطی، بهار ۱٤۰۰، شماره۳۷، ص ۱٤۳-۱٦۰.
https://geoeh.um.ac.ir/article_39382.html

حسـین‌آبادی، سـعید؛ اکبری، ابراهیم؛ نقدبیشی، افسانه.۱۳۹۸. ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از طبقه‌بندی شـی گرا و مدل زنجیره مارکوف (مطالعه موردی: شـهر بیرجند و پیرامون آن). جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و سوم، بهار ۱۳۹۹، صص ۱۸۸-۱٦۹.

https://geoeh.um.ac.ir/article_34046.html
حیدریان، پیمان؛ رنگزن، کاظم؛ ملکی، سعید؛ تقی زاده، ایوب. ۱۳۹۲. پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست (مطالعهٔ موردی: اراضی شهر تهران) .سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی .10-1 ,(4)4.
https://girs.bushehr.iau.ir/article_516552.html
رضایی مقدم، محمدحسین؛ رضایی بنفشه درق، مجید؛ فیضی زاده، بختیار؛ نظم فر، حسین. ۱۳۸۹. طبقه‌بندی پوشش اراضی کاربری اراضی بر اساس تکنیکشی گرا و تصاویر ماهواره‌ای. مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی. پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی). (پیاپی ۸۷)):۱۹-۳۲
https://journals.iau.ir/article_537511_d40c916b3ddc13176c9830ba5a426f2a.pdf
رفیعیان، امید؛ درویش صفت، علی اصغر؛ بابایی کفاکی، ساسان؛ متاجی، اسداله.۱۳۹۰. ارزیابی طبقه‌بندی‌های پیکسل- پایه و شی- پایه تصاویر هوایی برای تشخیص گونه‌های درختی (مطالعه موردی: جنگلکاری چمستان نور). مجله جنگل ایران. ۱۳۹۰.
http://www.ijf-isaforestry.ir/article_4638.html
ضیاییان، فیروزآبادی پرویز؛ شکیبا، علیرضا؛ متکان، علی اکبر؛ صادقی، علی. ۱۳۸۷ سنجش‌ازدور (RS), سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل سلول‌های خودکار (CA) به‌عنوان ابزاری برای شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهری. (مطالعه موردی: شهر شهرکرد). علوم محیطی. (۱۳۸۷)، ۷ (۳)، ۱۳۳-۱۴۸.
https://envs.sbu.ac.ir/article_94444.html
عزیزی قلاتی، سارا؛ رنگزن، کاظم؛ سدیدی، جواد؛ حیدریان، پیمان؛ تقی زاده، ایوب. ۱۳۹۵. پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیرهٔ مارکوف) CA-مطالعهٔ موردی: منطقه کوهمره سرخی استان فارس. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی.59-71 ,(1)7.
https://girs.bushehr.iau.ir/article_521996.html
محمودزاده، حسن. ۱۳۹۳. ارزیابی و تحلیل اکولوژیکی توسعه فضایی کلانشهر تبریز، رساله دکتری جغرافیا و برنامهریزی شهری، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز.
https://www.virascience.com/thesis/793053/
میرزایی زاده، وحید؛ نیک نژاد، مریم؛ اولادی قادیکلایی، جعفر. ۱۳۹٤. ارزیابی الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت شده غیرپارامتریک در تهیه نقشه پوشش زمین با استفاده از تصاویر لندست ۸. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی. ٦ (۳)، ۲۹-٤٤.
https://girs.bushehr.iau.ir/article_516794.html
نیازی، یعقوب. ۱۳۸۸. مقایسه دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی مطالعه موردی: منطقه سد ایلام، جغرافیا و توسعه. ۸ (۲۰) ۱۱۹-۱۳۲.
https://gdij.usb.ac.ir/article_633.html

AL-Sharif, A.A.A., Pradham, B., (2013), Monitoring and predicting use-land change in Tripoli Metropolitan City using an integrated Markov chain and cellular automata models in GIS, Saudi Society for Geosciences 2013. https://doi.org/10.1007/s12517-013-1119-7

Aslami, F., Ghorbani, A., Sobhani, B., Panahandeh, M. (2015). Comparing artificial neural network, support vector machine, and object-based methods in preparation of land use/cover maps using Landsat-8 images. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 6(3), 1-14. (in Persian). https://girs.bushehr.iau.ir/article_516792.html?lang=en

Bagnan ,Hasi and Yamagata, Yoshiki.,2014. Land-cover change analysis in 50 global cities by using a combination of Landsat data and analysis of grid cells. Environmental Research Letters, Volume 9, Number 6. https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/6/064015

Cahya, D L., Martini, E., and K M Kasikoen.,2018. Urbanization and Land Use Changes in Peri-Urban Area using Spatial Analysis Methods (Case Study: Ciawi Urban Areas, Bogor Regency). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 123, 012035. https://doi.org/10.1088/1755-1315/123/1/012035

Chavez, P. S. (1988). An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. Remote sensing of environment, 24(3), 459-479. https://doi.org/10.1016/0034-4257(88)90019-3

Fan, Fenglei, Wang, Yunpeng, and Wang, Zhishi, 2008, Temporal and spatial change, detecting (1998–2003) and predicting of land use and land cover in Core corridor of Pearl pp: 127-147. https://doi.org/10.1007/s10661-007-9734-y

Gilmore, M. S., Wilson, E. H., Barrett, N., Civco, D. L., Prisloe, S., and Hurd, J. D . (2008). Integrating multi-temporal spectral and structural information to map wetland vegetation in a lower Connecticut River tidal marsh. Remote Sensing of Environment, 112, 4048-4060. https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.05.020

Kim M; Madden, M; Warner, T; "Forest type mapping using object-specific texture measures from multispectral IKONOS imagery: segmentation quality and image classification issues", Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2009. https:// doi.org/ 10.14358/ PERS.75.7.819

Li, E; Du, P; Samat, A; Xia, J; Che, M; "An automatic approach for urban land-cover classification from Landsat-8 OLI data", International Journal of Remote Sensing, 36, 24, 5983-6007, 2015. https://doi.org/10.1080/01431161.2015.1109726

Miranda-Aragón, L., Treviño-Garza, E. J., Jiménez- Pérez, J., Aguirre-Calderón, O. A., González Tagle, M. A., Pompa-García, M. and Aguirre-Salado, C. A. (2012). Modeling susceptibility to deforestation of remaining ecosystems in North Central Mexico with logistic regression. Journal of Forestry Research, 23(3), 345-35. https://doi.org/10.1007/s11676-012-0230-z